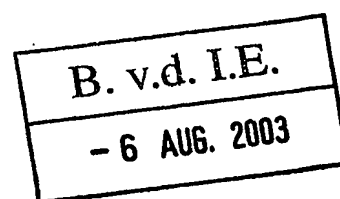
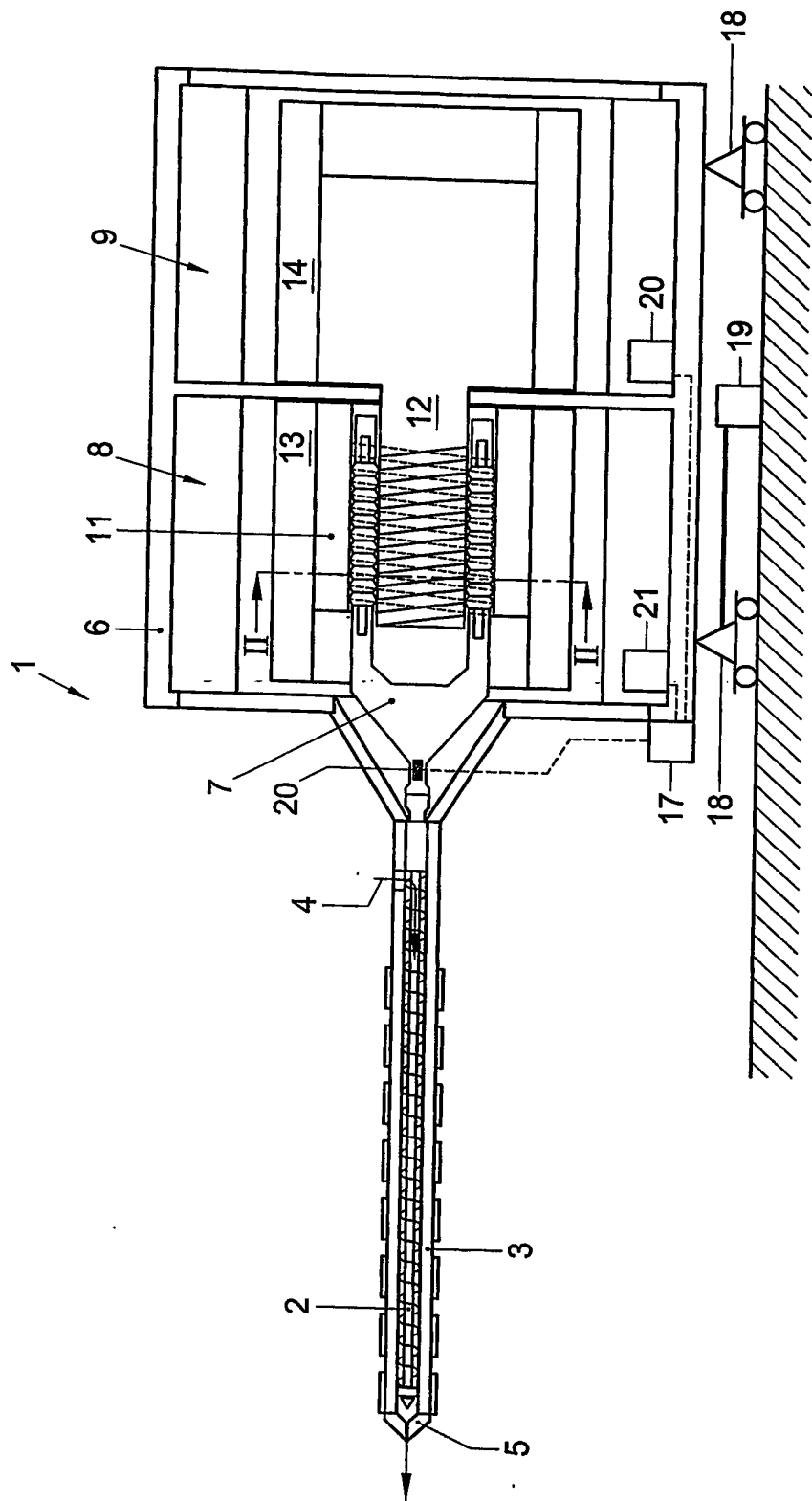


~~Mw.~~ D.L.M. Brouwer



UITTREKSEL

Spuitgietinrichting voorzien van een centrale besturing en van een schroef die zich uitstrekt in een cilinder, welke cilinder is voorzien van een vulopening en van een spuitmond, waarbij de schroef aandrijfbaar is verbonden met een tweetal bestuurbare elektromotoren, zodanig dat aan de schroef een beweging in rotatieve en/of axiale zin kan worden opgelegd, waarbij de aandrijfbare verbinding een aantal cilindrische planeetrollen omvat die roteerbaar zijn opgenomen in een planetenkooi, waarbij planetenkooi rotatievast is verbonden met de schroef, waarbij een met een rotor van de eerste elektromotor verbonden, eerste aandrijfdeel is voorzien van een radiaal naar binnen gekeerd, eerste aangrijppoppervlak dat aangrijpt op de planeetrollen vanaf een radiaal buiten de planetenkooi gelegen ruimte, waarbij een met een rotor van de tweede elektromotor verbonden, tweede aandrijfdeel is voorzien van radiaal naar buiten gekeerd, tweede aangrijppoppervlak dat aangrijpt op de planeetrollen vanaf een radiaal binnen de planetenkooi gelegen ruimte.



P59886NL20

Titel: Spuitgietinrichting alsmede werkwijze voor het gebruik van een dergelijke spuitgietinrichting.

De uitvinding heeft betrekking op een spuitgietinrichting voorzien van een centrale besturing en van een schroef die zich uitstrekt in een cilinder, welke cilinder is voorzien van een vulopening en van een spuitmond, waarbij de schroef aandrijfbaar is verbonden met een tweetal
5 bestuurbare elektromotoren, zodanig dat aan de schroef een beweging in rotatieve en/of axiale zin kan worden opgelegd.

De uitvinding heeft tevens betrekking op een werkwijze voor het vervaardigen van een spuitgietproduct onder toepassing van een dergelijke spuitgietinrichting.

10 Een dergelijke spuitgietinrichting is bekend uit EP-A-0 882 564. Bij de bekende spuitgietinrichting dient de eerste elektromotor voor de rotatie van de schroefspindel. De tweede elektromotor dient voor de translatie van de schroefspindel.

In verband met de benodigde injectiesnelheid, is de meest
15 toegepaste aandrijving voor de axiale beweging van de schroef een hydraulische aandrijving. Hydraulische aandrijvingen hebben echter een aantal nadelen waaronder de volgende:

- de stijfheid van een hydraulisch aandrijfsysteem is veel lager dan van een elektrisch aandrijfsysteem.

20 - in het systeem ontstaan vaak oliedrukpulsaties, hetgeen de axiale positioneer-nauwkeurigheid niet ten goede komt;

- een hydraulische aandrijving is veel vuiler dan een elektrische aandrijving;

25 - de statische verliezen van een hydraulische aandrijving zijn veel groter dan bij elektrische aandrijvingen; ook bij stilstand van de schroef moet hydraulische druk worden geleverd, hetgeen energie kost;

Met de spuitgietinrichting volgens EP-A-0 882 564 zijn deze problemen opgelost. De bekende elektrisch aangedreven spuitgietinrichting heeft echter een aantal nadelen waaronder de volgende:

- voor de axiale beweging moet het totale vermogen worden geleverd door de ene elektromotor, de betreffende elektromotor moet derhalve over een aanzienlijk vermogen beschikken;
- voor de rotatiebeweging moet het totale vermogen worden geleverd door de andere elektromotor, de betreffende elektromotor moet derhalve over een aanzienlijk vermogen beschikken;
- wanneer wordt begonnen met de axiale beweging, moet de voor die betreffende beweging dienende elektromotor vanuit stilstand in rotatie worden gebracht; dit leidt tot overgang in de wrijvingsweerstand (statische wrijvingsweerstand naar dynamische wrijvingsweerstand) van de lagering en overbrenging van de betreffende elektromotor; een dergelijke overgang in wrijvingsweerstand maakt een nauwkeurige krachtterugkoppeling via motorstroommeting onmogelijk;
- tussen de elektromotoren, de aandrijfas en het aandrijfhuis bevindt zich een aantal krachtoverbrengingsmechanismen (D1, D2, D3, E1) - - - die de rotatie omzetten in ofwel uitsluitend een axiale beweging, ofwel uitsluitend een rotatiebeweging, ofwel een combinatie van een axiale en een rotatiebeweging van de schroef; dergelijke overbrengingsmechanismen leiden tot verlies van nauwkeurigheid en verbruiken bovendien energie;
- de zware motoren en de daarbij behorende overbrengingen leiden tot een aanzienlijke massa die telkens in beweging moet worden gebracht; de massatraagheid is derhalve groot en het dynamische gedrag, met name de stuursnelheid van de bekende inrichting laat daarom te wensen over.

Deze problemen zijn in hoofdzaak opgelost door het voorstel uit de Europese octrooiaanvraag EP-A-1 083 036 en de Europese octrooiaanvraag EP-A-1 215 029. Bij die bekende spuitgietmachines is de aandrijfas voorzien van twee secties schroefdraad met een tegengestelde speed. Op elke sectie

grijpt een aandrijfmoer aan, welke aandrijfmoeren elk onafhankelijk van elkaar worden aangedreven door een elektrische aandrijfmotor.

Het bezwaar van de uit EP-A 1 083 036 en EP-A-1 215 029 beschreven inrichtingen is dat het vervaardigen van de aandrijf-
5 kritisch is aangezien de kwaliteit en de onderlinge positie van de twee schroefdraadsecties zeer nauw luistert. De bekende aandrijffassen van EP-A-1 083 036 en EP-A-1 215 029 zijn derhalve bijzonder kostbaar. Nog een bezwaar van de bekende inrichtingen is dat de aandrijfmoeren zijn voorzien van binnenschroefdraad die aangrijpt op de schroefdraadsecties
10 van de aandrijf- fas. Voor een bepaalde lengte lineaire verplaatsing is derhalve een overeenkomstige lengte schroefdraad op de aandrijf- fas noodzakelijk plus de benodigde uitloop van de schroefdraad. Dit leidt derhalve tot het nadeel dat de bekende spuitgietinrichting over een grotere lengte dan strikt noodzakelijk voor de benodigde axiale slag dient te
15 beschikken.

De uitvinding beoogt een elektrische spuitgietinrichting zonder de hierboven beschreven nadelen van de bekende elektrische spuitgietinrichtingen onder behoud van de voordelen daarvan. De uitvinding beoogt tevens een werkwijze voor het gebruik van een dergelijke
20 spuitgietinrichting.

De spuitgietinrichting van het in de aanhef beschreven type wordt hiertoe volgens de uitvinding gekenmerkt doordat de aandrijfbare verbinding een aantal cilindrische planeetrollen omvat die roteerbaar zijn opgenomen in een planetenkooi, zodanig dat de planeetrollen van een
25 radiaal buiten de planetenkooi gelegen ruimte en van een radiaal binnen de planetenkooi gelegen ruimte aangrijpbaar zijn, waarbij de planetenkooi rotatievast en translatievast is verbonden met de schroef, waarbij een met een rotor van de eerste elektromotor verbonden, eerste aandrijfdeel is voorzien van een radiaal naar binnen gekeerd, eerste aangrijppoppervlak dat
30 aangrijpt op de planeetrollen vanaf de radiaal buiten de planetenkooi

gelegen ruimte, waarbij een met een rotor van de tweede elektromotor verbonden, tweede aandrijfdeel is voorzien van radiaal naar buiten gekeerd, tweede aangrijppoppervlak dat aangrijpt op de planeetrollen vanaf een radiaal binnen de planetenkooi gelegen ruimte.

5 Bij een juiste keuze van de uitvoering van de aangrijppoppervlakken van het eerste en het tweede aandrijfdeel en bij een juiste uitvoering van het manteloppervlak van de planeetrollen, kan door een geschikte aansturing van de elektromotoren elke gewenste combinatie van rotatie en axiale translatie van de schroef worden bewerkstelligd.

10 Doordat met een planetenkooi wordt gewerkt waarvan de planeetrollen zowel van de radiale binnenzijde als de radiale buitenzijde door aandrijfdelen worden aangegrepen, kan een zeer compacte constructie worden gerealiseerd. De axiale lengte van de inrichting volgens de
15 uitvinding kan aanzienlijk worden gereduceerd ten opzichte van de bekende inrichtingen onder behoud van de voordelen van die bekende inrichtingen. Bovendien behoeven de radiale afmetingen van het aandrijfhuis niet of nauwelijks te worden vergroot.

Volgens een nadere uitwerking van de uitvinding zijn de planeetrollen voorzien van parallelle groeven en ruggen die elkaar
20 wederzijds begrenzen en die zijn gelegen in vlakken die zich loodrecht uitstrekken op een centrale hartlijn van een betreffende planeetrol, waarbij het eerste aangrijppoppervlak binnenschroefdraad omvat en waarbij het tweede aangrijppoppervlak buitenschroefdraad omvat, waarbij de spoedrichting van de binnenschroefdraad tegengesteld is aan de
25 spoedrichting van de buitenschroefdraad.

Bij een dergelijke uitvoering van de aangrijppoppervlakken van de aandrijfdelen en van het buitenmanteloppervlak van de planeetrollen wordt bewerkstelligd dat de planeetrollen niet kunnen slippen doordat deze zijn opgesloten tussen de binnenschroefdraad en de buitenschroefdraad met
30 tegengestelde spoed. Wanneer de aandrijfdelen tegengesteld draaien treedt

axiale translatie van de schroef op. Wanneer de aandrijfdelen in gelijke richting roteren treedt rotatie van de schroef op. Wanneer de spoed van de binnenschroefdraad en de buitenschroefdraad gelijk maar tegengesteld gericht is, zullen bovengenoemde situaties zich voordoen bij gelijke

5 rotatiesnelheden van de beide aandrijfdelen. Wanneer onder die omstandigheden de aandrijfsnelheden van de aandrijfdelen van elkaar afwijken, zal een gecombineerde axiale translatie en rotatie van de schroef worden verkregen. De som van de koppels van de beide elektromotoren levert het uitgangskoppel en het verschil van de koppels van de beide

10 elektromotoren levert via de overbrenging naar de aandrijfas de axiale kracht.

Teneinde de besturing relatief eenvoudig te houden verdient het de voorkeur wanneer de binnenschroefdraad een gelijke, maar tegengesteld gerichte spoedhoek heeft als de buitenschroefdraad. De elektromotoren

15 kunnen dan, afgezien van het met de rotor verbonden aandrijfdeel van hetzelfde type zijn, hetgeen uit onderhoudstechnische overwegingen gunstig is.

De werkwijze van het in de aanhef beschreven type wordt

gekenmerkt doordat de rotatierichting en de rotatiesnelheid van de eerste

20 en de tweede elektromotor, zodanig worden gevarieerd dat de planetenkooi en daarmee de schroef in gebruik wordt geroteerd en/of in axiale richting wordt getransleerd volgens een gewenst patroon en/of onder uitoefening van een gewenste axiale kracht, waarbij het vermogen benodigd voor de axiale translatie door beide elektromotoren wordt geleverd en waarbij het vermogen

25 benodigd voor de rotatie door beide elektromotoren wordt geleverd.

Met een dergelijke inrichting en werkwijze wordt de kracht benodigd voor de axiale beweging geleverd door twee elektromotoren. Ook de kracht voor de rotatiebeweging wordt geleverd door deze twee elektromotoren.

Bij een gewenste maximale axiale kracht kunnen de elektromotoren in de inrichting volgens de uitvinding derhalve in hoofdzaak over de helft van het vermogen beschikken van de elektromotor voor de axiale verplaatsing bij de bekende inrichting. Dit geldt tevens voor de
5 rotatie. Het komt er dus op neer dat de elektromotoren in de inrichting volgens de uitvinding in hoofdzaak half zo zwaar kunnen zijn als de inrichting die bekend is uit EP-A-0 882 564. Dit brengt tevens met zich mee dat de thermische belasting van de aandrijving als geheel beter over de behuizing verdeeld is. Er kan derhalve worden volstaan met een eenvoudige
10 convectieve koeling of met een zeer klein uitgevoerde waterkoeling. Dat koeling een probleem is blijkt uit de genoemde Europese publicatie EP-A-0 882 564. Verder heeft de verdeling van de last over twee elektromotoren tot consequentie dat massatraagheid in verhouding tot het te realiseren koppel door de elektromotoren van de inrichting volgens de
15 uitvinding aanzienlijk gunstiger is dan die van de bekende inrichting. De axiale verplaatsing, die met name tijdens het injecteren met hoge snelheid dient plaats te vinden, kan met de inrichting volgens de uitvinding derhalve sneller plaatsvinden en kost minder energie. Bovendien treden er minder vertragsings- en versnellingskrachten op, zodat een betere controle wordt
20 verkregen op de belasting van elektromotoren ten behoeve van het genereren van de injectiekracht en de plastificeerkracht. Aangezien tijdens de injectie de elektromotoren tegengesteld roteren, althans wanneer de binnen- en de buitenschroefdraad een tegengestelde spoedrichting hebben, hebben beide motoren een tegengesteld reactiekoppel. Hierdoor treedt er
25 niet of nauwelijks een extern reactiekoppel op, zodat de ophanging van het aandrijfhuis ten opzichte van de buitenwereld relatief licht kan worden uitgevoerd.

Volgens een alternatieve nadere uitwerking van de uitvinding kunnen de planeetrollen zijn voorzien van buitenschroefdraad. Daarbij kan
30 het eerste en/of het tweede aangrijppoppervlak zijn voorzien van parallelle

groeven en ruggen die elkaar wederzijds begrenzen en die zijn gelegen in vlakken die zich loodrecht uitstrekken op een centrale hartlijn van de eerste, respectievelijk tweede aandrijfdeel.

5 Met een dergelijke uitvoering kunnen soortgelijke voordelen worden verkregen als die welke hierboven onder verwijzing naar het eerste alternatief zijn beschreven.

Bij voorkeur is elke elektromotor voorzien van een eigen motorbesturing, waarbij de spuitgietinrichting is voorzien van een centrale besturing die is ingericht voor het doorgegeven van gewenste waarden van
10 een bepaalde stuurgrootheid aan de beide motorbesturingen, waarbij de door de centrale besturing doorgegeven stuurgrootheidwaarden in sommige fasen van het injectieproces worden bepaald aan de hand van krachtmetingen of motorstroommetingen en in andere fasen worden bepaald aan de hand van de gewenste posities van de schroef in de cilinder.

15 Doordat de motorbesturingen telkens stuursignalen ontvangen op basis van dezelfde stuurgrootheid, zoals bijvoorbeeld positie, snelheid, versnelling en/of ruk, behoeft er in de motorbesturingen geen stuurregelomschakeling plaats te vinden, hetgeen de stabiliteit van het bewegingsverloop van de motoren verbetert. Soms leidt een overgang van
20 het ene type ingangssignaal naar een ander type ingangssignaal, bijvoorbeeld van een kracht-ingangssignaal naar een positie-ingangssignaal tot een kortstondig ongedefinieerd bewegingsgedrag van de betreffende motor.

Tijdens de injectiefase is het nauwkeurig doseren van een bepaald
25 volume in de mal van het grootste belang. Met name bij het spuitgieten van CD's en DVD's, waarbij gebruik wordt gemaakt van niet geheel gesloten mallen en waarbij derhalve de vuldruk geen maat is voor het feit of de mal geheel gevuld is, is een niet-krachtgestuurde maar bijvoorbeeld positie-, snelheid- en/of versnellingsgestuurde injectiefase van groot voordeel.

30 Overigens zijn ook andere producten denkbaar waarbij wordt gewerkt met

een gedeeltelijk geopende mal, waarbij derhalve het te doseren volume bijzonder kritisch is. Tijdens plastificeerfase en de nadrukfase is juist het handhaven van een bepaalde druk op de vloeibare kunststof van belang. Doordat de besturing beide besturingprincipes met elkaar combineert, wordt

5 een spuitgietinrichting verkregen die in alle genoemde fases over het gewenste regelgedrag beschikt.

Daarbij kan de centrale besturing zijn ingericht voor het de spuitgietinrichting laten doorlopen van een plastificeerfase, een injectiefase en eventueel een nadrukfase.

10 In de plastificeerfase wordt de schroef geroteerd en in axiale richting van de spuitmond af bewogen. Wanneer voldoende vloeibare kunststof beschikbaar is volgt de injectiefase waarin de schroef een snelle axiale beweging in de richting van de spuitmond doorloopt. Gedurende de injectiefase wordt de mal waarop de spuitmond van de cilinder is

15 aangesloten volgespoten. Daarna wordt tijdens het uitharden van de kunststof in de mal de eventuele nadrukfase doorlopen. Hierdoor wordt krimp die tijdens het uitharden in de mal optreedt gecompenseerd doordat er, indien noodzakelijk, navulling van de mal met kunststof plaatsvindt als - - -

20 gevolg van het feit dat in de cilinder ter plaatse van de spuitmond een zekere druk gehandhaafd blijft.

Ten behoeve van de regeling op basis van krachtterugkoppeling kan de centrale besturing als ingangssignaal de door de eerste elektromotor verbruikte elektrische stroom en de door de tweede elektromotor verbruikte elektrische stroom meten, waarbij de centrale besturing is ingericht voor op

25 basis daarvan bepalen van aan de motorbesturingen door te geven stuurgrootheidwaarden om aldus de vuldruk volgens een gewenst patroon te regelen.

Met name bij de krachtterugkoppeling op basis van motorstroommetering is het van belang dat er een relatief directe koppeling is

30 tussen de door de elektromotoren gevraagde motorstroom en de door de

schroef geleverde kracht. Dat wil zeggen dat het aantal overbrengingen dat zich tussen de elektromotoren en de schroef bevindt minimaal dient te zijn. Bij de spuitgietinrichting volgens de onderhavige uitvinding kan dat worden gerealiseerd door de aandrijfdelen vast te verbinden met respectieve rotoren
 5 van de betreffende elektromotoren.

Daarbij verdient het de voorkeur dat de spoed van de binnenschroefdraad en van de buitenschroefdraad zodanig groot is, dat de axiale kracht die de schroef in gebruik ondervindt nauwkeurig kan worden afgeleid uit de door de eerste en de tweede elektromotor verbruikte
 10 motorstroom.

In de plastificeerfase is de rotatierichting constant en draaien de elektromotoren continu. Als gevolg hiervan doen zich in het systeem nagenoeg geen overgangen voor van statische naar dynamische wrijvingsweerstand en draagt een dergelijke overgang dan ook niet bij aan
 15 de hysteresis in de motorstroomgestuurde krachtterugkoppeling. Hierdoor en doordat de spoed van de binnen- en buitenschroefdraad groot is, is het mogelijk om de plastificeerdruk zeer nauwkeurig te herleiden uit de verschilstromen van beide motoren om vervolgens alleen de rotatiesnelheid - - - van de beide motoren aan te passen teneinde de juiste stuwdruk voor de
 20 plastificering te bereiken.

In een alternatieve nadere uitwerking kan de spuitgietinrichting zijn voorzien van ten minste één krachtopnemer, zoals bijvoorbeeld piezo-elektrische elementen of rekstrookjes, die een door de schroef uitgeoefende kracht meet, waarbij de ten minste ene krachtopnemer is aangesloten op de
 25 centrale besturing ten behoeve van krachtterugkoppeling, waarbij de centrale besturing is ingericht voor op basis van een door de ten minste ene krachtopnemer afgegeven signaal bepalen van aan de motorbesturingen door te geven stuurgroothedwaarden om aldus de vuldruk volgens een gewenst patroon te regelen.

Ook met een dergelijke uitvoering kunnen sommige fasen, zoals bijvoorbeeld de injectiefase van het spuitgietproces positiegestuurd worden doorlopen terwijl andere fasen, zoals bijvoorbeeld de nadrukfase en de plastificeerfase krachtgestuurd kunnen worden doorlopen.

5 De elektromotoren kunnen elk een servomotor omvatten die elk zijn voorzien van een eigen motorbesturing, waarbij de centrale besturing is ingericht voor het genereren van stuurgrootheidwaarden van hetzelfde type en het doorgeven van deze stuurgrootheidwaarden aan de motorbesturingen van servomotoren. Moderne servomotoren zijn uitgerust met

10 motorhoekencoders, welke motorhoekencoders kunnen worden gebruikt voor de positie-, snelheid-, en/of versnellings-sturing van schroef tijdens bijvoorbeeld de injectiefase. Als gevolg van de bijzonder directe overbrenging tussen de servomotoren en de planetenkooi of schroef wordt onder gebruikmaking van de motorhoekencoders toch nog een axiale positie-,

15 snelheid- en/of versnellingsbesturing verkregen met een zeer hoge resolutie. Bovendien kan met dergelijke servomotoren gebruik worden gemaakt van standaard "high performance servo controllers" die over een uitstekend regelgedrag beschikken en waarbij het zich voordoen van regelafwijkingen vrijwel is uitgesloten.

20 Om redenen van compacte bouw en krachtverwerking en koeling verdient het de voorkeur dat de eerste en de tweede elektromotor coaxiaal zijn opgesteld. Bovendien wordt hierdoor tijdens de injectiefase het externe koppel dat de beide motoren leveren tegen elkaar opgeheven, indien de spoed van de binnenschroefdraad en de buitenschroefdraad tegengesteld is

25 zodat het resulterende externe koppel nihil is.

Nadere uitwerkingen van de uitvinding zijn beschreven in de volgconclusies en zullen hierna, onder verwijzing naar de tekening, verder worden verduidelijkt.

Figuur 1 toont schematisch een langsdoorsnede-aanzicht van een

30 uitvoeringsvoorbeeld van de inrichting;

figuur 2 toont schematisch een doorsnede-aanzicht over lijn II-II uit figuur 1; en

figuur 3 toont schematisch een langsdoorsnede-aanzicht van de planetenkooi met de daarin opgenomen planeetrollen.

5 Het in figuren 1-3 weergegeven uitvoeringsvoorbeeld toont een spuitgietinrichting 1 voorzien van een schroef 2 die zich uitstrekt in een cilinder 3. De cilinder 3 is voorzien van een vulopening 4 voor het invoeren van kunststofgranulaat en van een spuitmond 5 die kan worden aangesloten op een spuitgietmal. Via de spuitmond 5 wordt de inmiddels vloeibare
10 kunststof uit de cilinder 3 in de mal geperst. De schroef 2 is verbonden met een in een aandrijfhuis 6 opgenomen planetenkooi 7. De planetenkooi 7 staat in aandrijvende verbinding met een eerste en een tweede elektromotor 8, respectievelijk 9.

15 Zoals met name blijkt uit figuren 2 en 3, zijn in de planetenkooi 7 cilindrische planeetrollen 10 om hun eigen langsas roteerbaar opgenomen, zodanig dat de planeetrollen 10 van een radiaal buiten de planetenkooi 7 gelegen ruimte en van een radiaal binnen de planetenkooi 7 gelegen ruimte aangrijpbaar zijn. In axiale richting zijn de planeetrollen 10 vast gelagerd - - - ten opzichte van de planetenkooi 7.

20 Vanaf de radiaal buiten de planetenkooi 7 gelegen ruimte worden de planeetrollen 10 aangegrepen door een eerste aandrijfdeel 11 dat is voorzien van binnenschroefdraad. Vanaf de radiaal binnen de planetenkooi 7 gelegen ruimte worden de planeetrollen 10 aangegrepen door een tweede aandrijfdeel 12 dat is voorzien van buitenschroefdraad. Bij voorkeur is de
25 spoed van de binnenschroefdraad en de buitenschroefdraad gelijk maar tegengesteld gericht. Daarbij verdient het de voorkeur dat het eerste aandrijfdeel 11 vast is verbonden met een rotor 13 van de eerste elektromotor 8 en dat het tweede aandrijfdeel 12 vast is verbonden met de rotor 14 van de tweede elektromotor 9. In plaats van een vaste verbinding

behoort een verbinding via een vertande riem ook tot de mogelijkheden al verdient een directe verbinding de voorkeur.

In plaats van binnenschroefdraad en buitenschroefdraad op de aandrijfdelen 11, 12 zou ook een ander aangrijppervlak kunnen worden
 5 voorzien. Daarbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan concentrische, elkaar begrenzende ruggen en groeven, die zich loodrecht uitstrekken op de rotatiehartlijn van de betreffende aandrijfdelen. Daarbij zouden de planeetrollen 10 dan bijvoorbeeld van buitenschroefdraad kunnen zijn
 10 voorzien. Ook andere combinaties van concentrische groeven en ruggen en schroefdraad behoren tot de mogelijkheden.

Door de elektromotoren 8, 9 op de juiste wijze aan te sturen kan de schroef 2 worden geroteerd en/of in axiale richting worden verplaatst. Dat wil zeggen dat de schroef 2 alleen kan worden geroteerd, alleen in axiale
 15 richting kan worden verplaats, of gecombineerde bewegingen van rotatie en verplaatsing in axiale richting kan doorlopen.

Figuur 1 geeft op schematische wijze een centrale besturing 17 weer die is ingericht voor het regelen van de rotatierichting en de rotatiesnelheid van de eerste en de tweede elektromotor 8, respectievelijk 9, - - - zodanig dat de planetenkooi 7 en daarmee de schroef 2 in gebruik kan
 20 worden geroteerd en/of in axiale richting kan worden getransleerd. Het vermogen dat benodigd is voor de axiale translatie wordt door beide elektromotoren 8, 9 geleverd. Ook het vermogen dat benodigd is voor de rotatie wordt door beide elektromotoren 8, 9 geleverd.

Het aandrijfhuis 6 is gemonteerd op een schematisch weergegeven
 25 slede 18 die is voorzien van een, bij voorkeur elektrische aandrijving 19 voor het in axiale richting verplaatsen van het aandrijfhuis 6 en de daarmee verbonden cilinder 3. Aldus kan de spuitmond 5 van een spuitgietmal worden wegbewogen en daar naartoe worden bewogen.

In het onderhavige uitvoeringsvoorbeeld is de besturing 17
 30 ingericht voor het de spuitgietinrichting 1 laten doorlopen van een

plastificeerfase, een injectiefase en een nadrukfase. In de plastificeerfase wordt een portie kunststof voldoende vloeibaar gemaakt door de schroef 2 te roteren en tegelijkertijd langzaam van de spuitmond 5 af te bewegen.

Wanneer de benodigde hoeveelheid vloeibare kunststof beschikbaar is, wordt in de injectiefase de vloeistof snel via de spuitmond 5 in de mal geïnjecteerd door de schroef 2 met grote snelheid in de richting van de spuitmond 5 te bewegen. Wanneer de mal gevuld is met het gewenste volume vloeibare kunststof volgt de nadrukfase waarin de vloeibare kunststof in de mal onder druk wordt gehouden, zodat in de mal optredende krimp wordt gecompenseerd door navulling. Daartoe is in het onderhavige uitvoeringsvoorbeeld de aansturing van de eerste en de tweede elektromotor 8, 9 in de plastificeerfase en de nadrukfase gebaseerd op krachtterugkoppeling. In de injectiefase is de aansturing van de eerste en de tweede elektromotor 8, 9 gebaseerd op positieterugkoppeling.

Het verdient de voorkeur om ten behoeve van de regeling op basis van krachtterugkoppeling de centrale besturing 17 als ingangssignaal de door de eerste elektromotor 8 verbruikte elektrische stroom en de door de tweede elektromotor 9 verbruikte elektrische stroom te laten bepalen. Op basis van de motorstroommetering kan de centrale besturing 17 gewenste stuurgrootheidwaarden, zoals bijvoorbeeld gewenste snelheden, gewenste posities en/of gewenste versnellingen, berekenen en deze gewenste stuurgrootheidwaarden aan de motorbesturingen 20, 21 van de, bij voorkeur als servomotoren uitgevoerde elektromotoren 8, 9 doorgeven om aldus de vuldruk te regelen volgens een gewenst patroon. Bij een regeling op basis van motorstroomsturing verdient het de voorkeur dat de speed van de binnenschroefdraad en de buitenschroefdraad zodanig groot is, dat de axiale kracht die de schroef in gebruik ondervindt nauwkeurig kan worden afgeleid uit de door de eerste en de tweede elektromotor 8, respectievelijk 9 verbruikte motorstroom.

Anderzijds is het ook mogelijk dat de spuitgietinrichting 1 is voorzien van ten minste één krachtopnemer 20, zoals bijvoorbeeld een piezo-elektrisch element of een aantal rekstrookjes, die een door de schroef 2 uitgeoefende kracht meet. De krachtopnemer 20 is aangesloten op de
 5 centrale besturing 17 ten behoeve van krachtterugkoppeling. De besturing 17 is ingericht voor op basis daarvan berekenen van gewenste stuurgrootheidwaarden en het doorgeven van deze gewenste stuurgrootheidwaarden aan de servomotorbesturingen 20, 21 voor het regelen van de vuldruk volgens een gewenst patroon.

10 Tijdens de injectiefase, waarbij met name het aan de vormholte toe te voeren hoeveelheid vloeibare kunststof van belang is, kan in plaats van op basis van krachtterugkoppeling de centrale besturing 17 eenvoudig de gewenste stuurgrootheidwaarden, zoals bijvoorbeeld de gewenste posities, de gewenste snelheden, gewenste versnelling en/of gewenste ruk (e. jerk),
 15 aan de motorbesturingen 20, 21 opgeven, zodat in die fase sprake is van een zuivere positiesturing, snelheidssturing, versnellingssturing en/of ruksturing van de elektromotoren 8, 9.

Het voordeel van het zowel tijdens de op basis van krachtterugkoppeling of motorstroomterugkoppeling gestuurde traject en
 20 het op basis van de stuurgrootheidwaarde-, zoals bijvoorbeeld positiegestuurde traject van de spuitgietbewerking invoeren van stuurgrootheden van telkens hetzelfde type, zoals bijvoorbeeld positie en/of snelheid, aan de motorbesturingen is, dat er geen besturingsonregelmatigheden in de motorbesturingen optreden als gevolg
 25 van het omschakelen van het ene ingangssignaal op het andere ingangssignaal. Immers, de motorbesturingen ontvangen gedurende de gehele spuitgietbewerking telkens waarden van dezelfde stuurgrootheid uit de centrale besturing.

Het moge duidelijk zijn dat de uitvinding niet is beperkt tot het beschreven uitvoeringsvoorbeeld maar dat diverse wijzigingen binnen het raam van de uitvinding zoals gedefinieerd door de conclusies mogelijk zijn.

5 Zo kunnen bijvoorbeeld alle fases binnen een cyclus uitsluitend op basis van positieterugkoppeling worden gerealiseerd, zodat niet alleen in de injectiefase maar ook in de plastificeerfase en de nadrukfase de beweging van de schroef positiegestuurd is.

CONCLUSIES

1. Spuitsietinrichting voorzien van een centrale besturing en van een schroef die zich uitstrekt in een cilinder, welke cilinder is voorzien van een vulopening en van een spuitmond, waarbij de schroef aandrijfbaar is verbonden met een tweetal bestuurbare elektromotoren, zodanig dat aan de
5 schroef een beweging in rotatieve en/of axiale zin kan worden opgelegd, waarbij de aandrijfbare verbinding een aantal cilindrische planeetrollen omvat die roteerbaar zijn opgenomen in een planetenkooi, zodanig dat de planeetrollen van een radiaal buiten de planetenkooi gelegen ruimte en van een radiaal binnen de planetenkooi gelegen ruimte aangrijpbaar zijn,
10 waarbij de planetenkooi rotatievast en translatievast is verbonden met de schroef, waarbij een met een rotor van de eerste elektromotor verbonden, eerste aandrijfdeel is voorzien van een radiaal naar binnen gekeerd, eerste aangrijppoppervlak dat aangrijpt op de planeetrollen vanaf de radiaal buiten de planetenkooi gelegen ruimte, waarbij een met een rotor van de tweede
15 elektromotor verbonden, tweede aandrijfdeel is voorzien van radiaal naar buiten gekeerd, tweede aangrijppoppervlak dat aangrijpt op de planeetrollen vanaf een radiaal binnen de planetenkooi gelegen ruimte. - - -
2. Spuitsietinrichting volgens conclusie 1, waarbij de planeetrollen zijn voorzien van parallelle groeven en ruggen die elkaar wederzijds
20 begrenzen en die zijn gelegen in vlakken die zich loodrecht uitstrekken op een centrale hartlijn van een betreffende planeetrol, waarbij het eerste aangrijppoppervlak binnenschroefdraad omvat en waarbij het tweede aangrijppoppervlak buitenschroefdraad omvat, waarbij de spoedrichting van de binnenschroefdraad tegengesteld is aan de spoedrichting van de
25 buitenschroefdraad.

3. Spuitgietinrichting volgens conclusie 2, waarbij de
binnenschroefdraad een gelijke, maar tegengesteld gerichte spoedhoek heeft
als de buitenschroefdraad.
4. Spuitgietinrichting volgens conclusie 1, waarbij de planeetrollen
5 zijn voorzien van buitenschroefdraad.
5. Spuitgietinrichting volgens conclusie 4, waarbij het eerste
aangrijppoppervlak is voorzien van parallelle groeven en ruggen die elkaar
wederzijds begrenzen en die zijn gelegen in vlakken die zich loodrecht
uitstrekken op een centrale hartlijn van de eerste aandrijfdeel.
- 10 6. Spuitgietinrichting volgens conclusies 4 of 5, waarbij het tweede
aangrijppoppervlak is voorzien van parallelle groeven en ruggen die elkaar
wederzijds begrenzen en die zijn gelegen in vlakken die zich loodrecht
uitstrekken op een centrale hartlijn van de tweede aandrijfdeel.
- 15 7. Spuitgietinrichting volgens één der voorgaande conclusies, waarbij
het eerste aandrijfdeel vast is verbonden met de rotor van de eerste
elektromotor, waarbij het tweede aandrijfdeel vast is verbonden met de
rotor van de tweede elektromotor.
- 20 8. Spuitgietinrichting volgens één der voorgaande conclusies, waarbij - - -
elke elektromotor is voorzien van een eigen motorbesturing, waarbij de
spuitgietinrichting is voorzien van een centrale besturing die is ingericht
voor het doorgegeven van gewenste waarden van een bepaalde
stuurgrootheid aan de beide motorbesturingen, waarbij de door de centrale
besturing doorgegeven stuurgrootheidwaarden in sommige fasen van het
injectieproces worden bepaald aan de hand van krachtmetingen of
25 motorstroombetingen en in andere fasen worden bepaald aan de hand van
de gewenste posities van de schroef in de cilinder.
9. Spuitgietinrichting volgens conclusie 8, waarbij de centrale
besturing is ingericht voor het de spuitgietinrichting laten doorlopen van
een plastificeerfase, een injectiefase en eventueel een nadrukfase.

10. Spuitsgietinrichting volgens conclusie 8, waarbij de centrale besturing ten behoeve van de regeling op basis van krachtterugkoppeling als ingangssignaal de door de eerste elektromotor verbruikte elektrische stroom en de door de tweede elektromotor verbruikte elektrische stroom meet, waarbij de centrale besturing is ingericht voor op basis daarvan bepalen van aan de motorbesturingen door te geven stuurgrroothedwaarden om aldus de vuldruk volgens een gewenst patroon te regelen.
- 5
11. Spuitsgietinrichting volgens conclusie 8, waarbij de spuitgietinrichting is voorzien van ten minste één krachtopnemer , zoals bijvoorbeeld piezo-elektrische elementen of rekstrookjes, die een door de schroef uitgeoefende kracht meet, waarbij de ten minste ene krachtopnemer is aangesloten op de centrale besturing ten behoeve van krachtterugkoppeling, waarbij de centrale besturing is ingericht voor op basis van een door de ten minste ene krachtopnemer afgegeven signaal bepalen van aan de motorbesturingen door te geven stuurgrroothedwaarden om aldus de vuldruk volgens een gewenst patroon te regelen.
- 10
- 15
12. Spuitsgietinrichting volgens één der voorgaande conclusies, waarbij de elektromotoren elk een servomotor omvatten die elk zijn voorzien van een eigen motorbesturing, waarbij de centrale besturing is ingericht voor het genereren van stuurgrroothedwaarden van hetzelfde type en het doorgeven van deze stuurgrroothedwaarden aan de motorbesturingen van servomotoren.
- 20
13. Spuitsgietinrichting volgens één der conclusies 8-12, waarbij de stuurgrroothed is gekozen uit de groep omvattende positie, snelheid, versnelling en ruk (e. jerk), waarbij de keus tevens een combinatie van deze grootheden kan omvatten.
- 25
14. Spuitsgietinrichting volgens conclusies 2 en 10, waarbij de speed van de binnenschroefdraad en de buitenschroefdraad zodanig groot is, dat de axiale kracht die de schroef in gebruik ondervindt nauwkeurig kan

worden afgeleid uit de door de eerste en de tweede elektromotor verbruikte motorstroom.

15. Spuitsietinrichting volgens één der voorgaande conclusies, waarbij de eerste en de tweede elektromotor coaxiaal zijn opgesteld.

5 16. Spuitsietinrichting volgens conclusie één der voorgaande conclusies, waarbij het aandrijfhuis is gemonteerd op een slede die is voorzien van een, bij voorkeur elektrische aandrijving voor het in axiale richting verplaatsen van het aandrijfhuis en de daarmee verbonden cilinder.

10 17. Werkwijze voor het vervaardigen van een spuitgietproduct onder toepassing van een spuitgietinrichting volgens één der voorgaande conclusies, waarbij de rotatierichting en de rotatiesnelheid van de eerste en de tweede elektromotor, zodanig worden gevarieerd dat de planetenkooi en daarmee de schroef in gebruik wordt geroteerd en/of in axiale richting
15 wordt getransleerd volgens een gewenst patroon en/of onder uitoefening van een gewenste axiale kracht, waarbij het vermogen benodigd voor de axiale translatie door beide elektromotoren wordt geleverd en waarbij het vermogen benodigd voor de rotatie door beide elektromotoren wordt geleverd.

18. Werkwijze volgens conclusie 17, waarbij de spuitgietinrichting in
20 één cyclus een plastificeerfase, een injectiefase en eventueel een nadrukfase doorloopt.

19. Werkwijze volgens conclusie 17, waarbij de centrale besturing op basis van krachtterugkoppeling gewenste stuurgrootheidwaarden berekent en deze stuurgrootheidwaarden doorgeeft aan de beide motorbesturingen
25 van de beide elektromotoren, waarbij de centrale besturing in de injectiefase onafhankelijk van de daarmee gepaard gaande krachten direct gewenste stuurgrootheidwaarden doorgeeft aan de beide motorbesturingen.

20. Werkwijze volgens conclusie 19, waarbij ten behoeve van de regeling op basis van krachtterugkoppeling de centrale besturing als
30 ingangssignaal de door de eerste elektromotor verbruikte elektrische

stroom en de door de tweede elektromotor verbruikte elektrische stroom verkrijgt, waarbij de centrale besturing op basis daarvan gewenste stuurgrootheidwaarden doorgeeft aan de motorbesturingen opdat de vuldruk volgens een gewenst patroon verloopt.

- 5 21. Werkwijze volgens conclusie 19, waarbij ten behoeve van de regeling op basis van krachtterugkoppeling de centrale besturing als
ingangssignaal de door krachtopnemers op de schroef waargenomen
krachtmeetsignalen verkrijgt, waarbij de centrale besturing op basis
daarvan gewenste stuurgrootheidwaarden doorgeeft aan de
10 motorbesturingen opdat de vuldruk volgens een gewenst patroon verloopt.
22. Werkwijze volgens één der conclusies 19-21, waarbij de
stuurgrootheid de positie, snelheid, versnelling, of ruk (e. jerk) is of
combinaties daarvan.

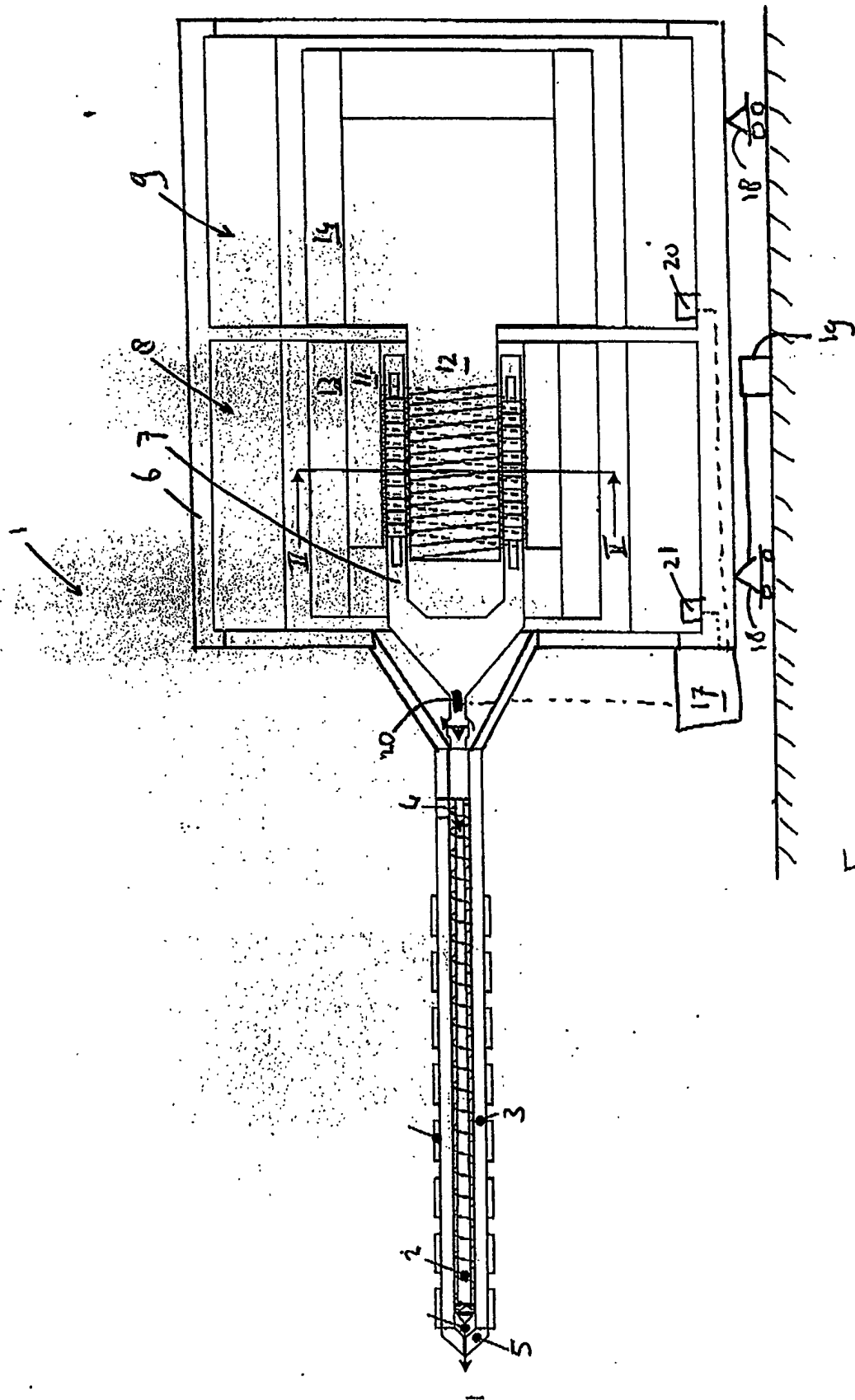


Fig. 1

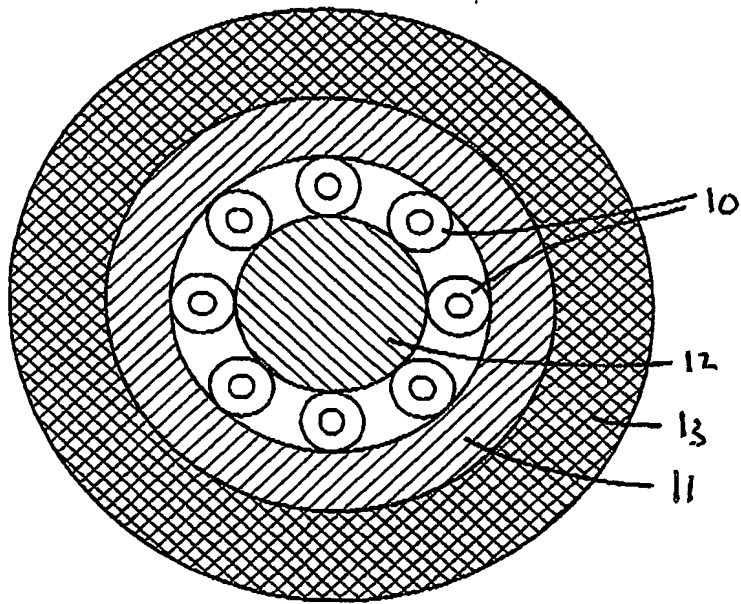


Fig. 2

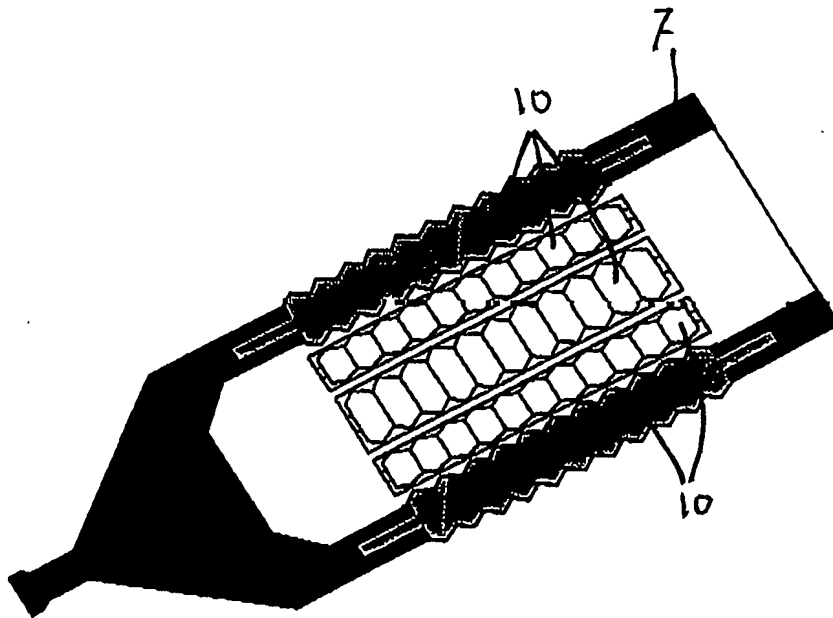


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.